

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG  
Friedrichshafen

Akte 8602 F  
2003-10-07

1

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung  
des Drehmoments an Getriebewellen

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Drehmoments an Getriebewellen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beziehungsweise des Patentanspruchs 11.

10 Es ist unter Getriebefachleuten allgemein bekannt, dass zur Optimierung der Fahrstrategie und des Übersetzungsänderungsablaufs von automatischen Schaltgetrieben die Information über das aktuelle Motor- oder Getriebeeingangsdrrehmoment genutzt wird. Üblicherweise wird dieses 15 aktuelle Drehmoment unter Berücksichtigung der Kurbelwellen- oder Getriebeeingangswellendrehzahl sowie der Fahrpedalstellung bestimmt, mit deren Hilfe aus einer in einem Auswerte- und Steuerungsgerät abgespeicherten Drehmomentkennlinie der aktuelle Drehmomentwert an der Kurbelwelle 20 beziehungsweise an der Getriebeeingangswelle ausgelesen werden kann.

Bei Retardern, also verschleißlosen Betriebsbremsen eines Fahrzeuges, wird deren Bremsmoment gemäß dem Stand 25 der Technik zum Beispiel in abhängig vom Bremsdruck und einer Kennlinie eingestellt, die ebenfalls in einem Steuerungs- und Regelungsgerät abgespeichert ist. Eine Regelung der Bremswirkung des Retarders ist auf der Grundlage einer solchen Bremswirkungsmessung aber nicht gut möglich.

30 Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe an die Erfindung darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung vorzustellen, mit denen die Änderung des Ein-

gangsdrehmomentes eines Getriebes oder das Bremsmoment an einem Retarder schnell und einfach bestimmbar sind.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich für das Verfahren aus den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und für die Vorrichtung aus den Merkmalen des Anspruchs 11. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei konstantem Getriebeübersetzungsverhältnis und konstantem Eingangsdrehmoment die Drehzahl einer Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle in einem festen Verhältnis zueinander stehen. Sofern sich dieses Verhältnis ändert, deutet dies bei beibehaltenem Übersetzungsverhältnis auf eine Änderung des Getriebeeingangsdrehmomentes hin. Dieser Änderungswert kann zur Bestimmung des Eingangsdrehmomentes genutzt werden.

In Kenntnis dieses Zusammenhangs wird erfindungsmäßig ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem bei einem konstanten Übersetzungsverhältnis die Drehzahlen einer ersten Getriebewelle und einer zweiten Getriebewelle zyklisch gemessen werden, wobei an der ersten Getriebewelle ein erstes Drehmoment und an der zweiten Getriebewelle ein zweites Drehmoment anliegt sowie die zweite Getriebewelle von der ersten Getriebewelle direkt oder indirekt über Zahnräder angetrieben wird. Zudem wird aus diesen beiden Drehzahlen ein Quotient errechnet und anschließend abgespeichert, sodann der aktuelle Quotient mit dem Quotienten einer vorherigen Messung verglichen sowie bei einer Differenz zwischen dem Quotienten der aktuellen Messung und dem

der vorherigen Messung auf eine Änderung des Drehmoments der ersten Getriebewelle geschlossen.

Dieser Änderungswert kann allein schon zur Steuerung und Regelung von Übersetzungsänderungsvorgängen in einem Getriebe genutzt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass aus der Differenz der Quotienten das Eingangsdrehmoment in das Getriebe ermittelt wird.

10

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zudem vorgesehen, dass die Drehzahlen der beiden Getriebewellen mit Sensoren ermittelt werden, die drehzahlbezogen elektrische Impulse erzeugen. Aus den gemessenen elektrischen Impulsen der Drehzahlsensoren an den beiden Getriebewellen kann bei einem konstanten Getriebeübersetzungswert bei einer Änderung des Drehmomentes eine Phasen- oder Winkelverschiebung der Impulse ermittelt werden, die proportional zum übertragenen Drehmoment und zur Elastizität der das Drehmoment übertragenden Getriebekomponenten ist, sowie als Kenngröße für das Eingangsdrehmoment ausgewertet werden.

Wenngleich bevorzugt das Drehmoment einer Brennkraftmaschine ermittelt wird, sind auch noch andere Anwendungsfälle in der Getriebetechnik sinnvoll. So kann beispielsweise auch das Bremsmoment eines Retarders ermittelt und dieser Wert zur Steuerung und Regelung desselben genutzt werden.

30

Sofern das Drehmoment einer Antriebsmaschine, beispielsweise einer Brennkraftmaschine ermittelt werden soll, so bietet es sich in Kenntnis der Erfindung an, das

die Drehzahl des Antriebsmotors oder der Getriebeeingangs-  
welle (erste Getriebewelle) sowie die Drehzahl einer Ge-  
triebeausgangswelle (zweite Getriebewelle) für die be-  
schriebene Drehmoment- oder Drehmomentänderungsbestimmung  
5 genutzt werden.

Sofern das Bremsmoment eines Retarders festgestellt  
werden soll, werden vorzugsweise die Drehzahlen von zwei  
einem Retarder zugeordneten Getriebewellen gemessen wer-  
den.  
10

Darüber hinaus kann mit dem genannten Verfahren auch  
das Zug- oder das Schubmoment im Getriebe ermittelt wer-  
den.  
15

Schließlich sei darauf hingewiesen, dass das erfin-  
dungsgemäße Verfahren allein oder mit einer oder mehrerer  
seiner Ausgestaltungs- oder Weiterbildungsformen zur Dreh-  
momentbestimmung an automatischen oder automatisierten  
20 Schaltgetrieben mit oder ohne Vorschaltgruppen verwendet  
werden kann.

Eine Vorrichtung zur Bestimmung des Drehmoments an  
Getriebewellen verfügt über ein Auswerte- und Steuerungs-  
25 gerät, welches über Sensorleitungen drehmomentrelevante  
Messsignale von Sensoren am Getriebe erfasst und auswer-  
tet. Dazu ist vorgesehen, dass das Auswerte- und Steue-  
rungsgerät mit zwei Drehzahlsensoren verbunden ist, die an  
zwei Getriebewellen angeordnet sind, wobei an der ersten  
30 Getriebewelle ein erstes Drehmoment und an der zweiten  
Getriebewelle ein zweites Drehmoment anliegt.

Zur Auswertung der erfassten Messwerte weist das Auswerte- und Steuerungsgerät einen Berechnungsbereich auf, in dem aus den erfassten Drehzahlmesswerten eines Messzyklus ein Drehzahlquotient ermittelt wird. Darüber hinaus ist ein Datenspeicher zur Abspeicherung der Drehzahlmesswerte und/oder der Drehzahlquotienten vorhanden. Zudem weist das Auswerte- und Steuerungsgerät einen Vergleichsbereich aufweist, in dem der Quotient des letzten Messzyklus mit dem Quotienten des vorletzten Messzyklus verglichen werden kann. Außerdem verfügt das Auswerte- und Steuerungsgerät über einen Entscheidungsbereich, in dem auf der Grundlage des Quotientenvergleichs das Vorliegen einer Drehmomentänderung festgestellt werden kann.

Letztlich wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das Auswerte- und Steuerungsgerät einen Bestimmungsbereich aufweist, in dem aus der ermittelten Drehmomentänderung das an der einen Getriebewelle anliegende erste Drehmoment (Eingangsdrrehmoment) feststellbar ist.

Auf der Grundlage der ermittelten Informationen kann dieses Auswerte- und Steuerungsgerät schließlich Steuerungsbefehle zur Durchführung von Übersetzungsänderungsvorgängen im Getriebe auslösen.

Zur Verdeutlichung der Arbeitsweise des Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Beschreibung eine Zeichnung beigefügt. In dieser zeigt

Fig. 1 ein Vorgelegegetriebe mit einem Messsystem zur Ermittlung des Getriebeingangsdrehmoments,

- Fig. 2 ein Geberzahnrad für einen Drehzahlsensor an der Getriebeeingangswelle,  
Fig. 3 ein Geberzahnrad für einen Drehzahlsensor an der Getriebeabtriebswelle,  
5 Fig. 4 ein Diagramm zur Abhängigkeit eines Ein-gangsdrehmoments  $M_e$  gegenüber einer Phasen- oder Winkelverschiebung  $\alpha$  und  
Fig. 5 einen Sekundärretarder mit zwei Drehzahl-sensoren.

10

Demnach ist das Verfahren beispielsweise bei einem Vorgelegegetriebe 1 der in Fig. 1 gezeigten Art nutzbar, bei dem eine Getriebeeingangswelle 2 und eine Getriebeabtriebswelle 3 koaxial zueinander in einem Getriebegehäuse angeordnet sind. Achsparallel zu diesen beiden Wellen befindet sich im Getriebe eine Vorgelegewelle 4, deren Antriebszahnrad 6 von einem Abtriebszahnrad 5 auf der Getriebeeingangswelle 2 antreibbar ist.

20 Darüber hinaus sind auf der Vorgelegewelle 4 Festzahnräder 7 angeordnet, die zur Realisierung von bestimmten Vorwärtsgangübersetzungsverhältnissen mit Losräder 8 im Zahneingriff stehen, welche auf der Getriebeausgangswelle 3 drehbar gelagert sind. Zur wechselweisen Abbrem-  
25 sung und drehfesten Verbindung der Losräder 8 mit der Getriebeausgangswelle 3 sind auf dieser an sich bekannte Synchronisations- und Koppelmittel 9 axial verschiebbar und drehfest angeordnet.

30 Zur Feststellung einer Änderung eines an der Getriebeeingangswelle 2 anliegenden Eingangsdrehmomentes ist eine Vorrichtung an dem Getriebe 1 angeordnet, zu der ein Auswerte- und Steuerungsgerät 14 gehört, welches im ein-

fachsten Fall identisch mit dem Steuerungs- und Regelungsgerät des Getriebes ist. Dieses Auswerte- und Steuerungsgerät 14 steht mit Drehzahlsensoren 12, 13 über Sensorleitungen 15, 16 sowie über Steuerungsleitungen 17 mit hier nicht dargestellten Aktuatoren in Verbindung. Letztere betätigen in an sich bekannter Weise alternativ zueinander axial auf der Getriebeausgangswelle 3 verschiebbare jedoch drehfeste Schiebemuffen der Synchronisations- und Koppelvorrichtungen 9.

10

Wie Fig. 2 und Fig. 3 zeigen, wirken die Drehzahlsensoren 12, 13 mit Drehzahlgeberzahnräder 10, 11 zusammen, die drehfest auf der Getriebeeingangswelle 2 beziehungsweise auf der Getriebeausgangswelle 3 befestigt sind. Die Zähne dieser Drehzahlgeberzahnräder 10, 11 erzeugen beim Vorbeidrehen an den Sensoren 12, 13 in denselben elektrische Impulse, die dem Auswerte- und Steuerungsgerät 14 wie beschrieben zugeleitet werden.

20

Bei gleichbleibend konstantem Getriebeübersetzungsverhältnis steht die Drehzahl der Getriebeeingangswelle 2 und die Drehzahl der Getriebeausgangswelle 3 bekanntermaßen in einem konstanten Verhältnis zueinander. Dieser Verhältniswert (also der Quotient zwischen der Getriebeeingangsdrehzahl und der Getriebeausgangsdrehzahl) wird von dem Auswerte- und Steuerungsgerät 14 ermittelt und abgespeichert. Anschließend wird in einem nun folgenden Messzyklus erneut die Drehzahl der Getriebeeingangswelle 2 und die der Getriebeausgangswelle 3 ermittelt sowie aus diesen Werten ein zweiter Quotient bestimmt. Sofern bei einem anschließenden Vergleich des aktuellen Quotienten und des vorherigen Quotienten eine Abweichung festgestellt wird,

so bedeutet dies, dass sich das Getriebeeingangsdrehmoment geändert hat.

Da bei Schaltgetrieben die Getriebeeingangswelle in  
5 der Regel ohne Einfluss auf das zu übertragende Drehmoment mit der Antriebswelle eines Antriebsmotors, beispielsweise mit der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbunden ist, kann die festgestellte Änderung des Eingangsdrehmomentes als Änderung des Drehmomentes der Brennkraftmaschine interpretiert werden.  
10

Diese Änderung des Eingangsdrehmomentes bildet sich im Messsignalverlauf der Sensoren 12, 13 an den Getriebewellen 2, 3 wie Fig. 2 und Fig. 3 verdeutlichen dadurch ab, dass eine Phasen- oder Winkelverschiebung  $\alpha$  der Messsignale feststellbar ist, die proportional zu dem vom Getriebe zu übertragenem Drehmoment sowie abhängig von der Elastizität der drehmomentübertragenden Getriebekomponenten ist.  
15

In Kenntnis eines Start-Drehmoments für die beschriebenen Messungen kann mit Hilfe der Phasen- oder Winkelverschiebung  $\alpha$  beziehungsweise durch den vorher beschriebenen Quotientenvergleich zunächst der Änderungswert des Eingangsdrehmoments und dann das aktuelle Eingangsdrehmoment  
25  $M_e$  errechnet werden. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 4 durch den Kurvenverlauf 26 beispielhaft dargestellt.

Neben der Bestimmung des Motordrehmoments oder Getriebeeingangsdrehmoments ermöglicht das vorgestellte Verfahren sowie die zugehörige Vorrichtung die Bestimmung des aktuellen Bremsmomentes eines Retarders. Ein solcher Retarder 18 ist beispielhaft in Fig. 5 schematisch darge-  
30

stellt, wobei es sich hier konkret um einen sogenannten Sekundärretarder handelt.

Bei diesem Retarder 18 trägt eine Getriebeausgangs-welle 19 ein Festrad 20, welches mit einem Festrad 21 auf einer Retarderwelle 22 im Zahneingriff steht. Letztere Welle 22 trägt in an sich bekannter Weise einen Rotor 23 einer hydrodynamischen Bremseinrichtung, die strömungs-technisch mit einem zugeordneten Stator 24 zusammenwirkt.

10

Zur Bestimmung des von diesem Retarder 18 erzeugten Bremsmomentes sind an der Getriebeabtriebswelle 19 und an der Retarderwelle 22 Drehzahlgeberzahnräder 27, 28 befestigt, die mit Drehzahlsensoren 25, 29 zusammenwirken. Diese Drehzahlsensoren 25, 29 stehen wie in Fig. 1 dargestellt über Sensorleitungen 15, 16 mit dem Auswerte- und Steuerungsgerät 14 in Verbindung, wo die Auswertung der Messwerte der Drehzahlsensoren 25, 29 erfolgt.

20 Durch diesen Aufbau ist es möglich, die Bremswirkung auf die Getriebeabtriebswelle 19 durch den Retarder 18 zu ermitteln und für eine Regelung der Bremsleistung desselben einzusetzen. Dies geschieht bekanntermaßen durch eine gezielte Befüllung eines Ölraumes zwischen dem Rotor 23  
25 und dem Stator 24 des Retarders 18.

Bezugszeichen

- 1 Vorgelegegetriebe
- 2 Getriebeeingangswelle
- 5 3 Getriebeausgangswelle
- 4 Vorgelegewelle
- 5 Abtriebszahnrad
- 6 Antriebszahnrad
- 7 Festrad
- 10 8 Losrad
- 9 Synchronisations- und Koppelmittel
- 10 Drehzahlgeberzahnrad
- 11 Drehzahlgeberzahnrad
- 12 Drehzahlsensor
- 15 13 Drehzahlsensor
- 14 Auswerte- und Steuerungsgerät
- 15 Sensorleitung
- 16 Sensorleitung
- 17 Steuerungsleitung
- 20 18 Sekundärretarder
- 19 Getriebeabtriebswelle
- 20 Festrad auf der Getriebeabtriebswelle
- 21 Festrad auf der Retarderwelle
- 22 Retarderwelle
- 25 23 Rotor des Retarders
- 24 Stator des Retarders
- 25 Drehzahlsensor auf der Retarderwelle
- 26 Funktionsverlauf  $M_e = f(\alpha)$
- 27 Drehzahlgeberzahnrad
- 30 28 Drehzahlgeberzahnrad

$M_e$  Eingangsdrrehmoment

$\alpha$  Phasen- oder Winkelverschiebung

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Bestimmung des Drehmoments an  
5 Getriebewellen, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass bei einem konstanten Übersetzungsverhältnis die Dreh-  
zahl einer ersten Getriebewelle (2, 19) und einer zweiten  
Getriebewelle (3, 22) zyklisch gemessen wird,  
wobei an der ersten Getriebewelle (2, 19) ein erstes Dreh-  
10 moment und an der zweiten Getriebewelle (3, 22) ein zwei-  
tes Drehmoment anliegt und die zweite Getriebewelle (3,  
22) von der ersten Getriebewelle (2, 19) direkt oder indi-  
rekt über Zahnräder (5, 6, 7, 8; 20, 21) angetrieben wird,  
dass aus diesen beiden Drehzahlen ein Quotient errechnet  
15 und anschließend abgespeichert wird, dass der aktuelle  
Quotient mit dem Quotienten einer vorherigen Messung ver-  
glichen wird und  
dass bei einer Differenz zwischen dem Quotienten der aktu-  
ellen Messung und dem der vorherigen Messung auf eine Än-  
20 derung des Drehmoments der ersten Getriebewelle (2, 19)  
geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
25 z e i c h n e t , dass aus der Differenz der Quotienten  
das Drehmoment an der ersten Getriebewelle (2, 19) ermit-  
telt wird.

3. Verfahren nach oder Anspruch 1 oder 2, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Drehzahlen der  
30 beiden Getriebewellen (2, 3; 19, 22) mit Drehzahlsenso-  
ren (12, 13; 25, 29) ermittelt wird, die drehzahlbezogen  
elektrische Impulse erzeugen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch ~~gekennzeichnet~~, dass aus den gemessenen elektrischen Impulsen der Drehzahlsensoren (12, 13; 25, 29) an den beiden Getriebewellen eine Phasen- oder Winkelverschiebung ( $\alpha$ ) der Impulse ermittelt wird, die proportional zum übertragenen Drehmoment und zur Elastizität der das Drehmoment übertragenden Getriebebauteile ist, sowie als Kenngröße für das Eingangsdrehmoment ausgewertet wird.

10 5. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch ~~gekennzeichnet~~, dass die Drehzahlen des Antriebsmotors oder der Getriebeeingangswelle (2) und die Drehzahl einer Getriebeausgangswelle (3) gemessen werden.

15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch ~~gekennzeichnet~~, dass das Drehmoment einer Brennkraftmaschine ermittelt wird.

20 7. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 4, dadurch ~~gekennzeichnet~~, dass das Bremsmoment eines Retarders (18) ermittelt wird.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch ~~gekennzeichnet~~, dass die Drehzahlen von zwei einem Retarder (18) zugeordneten Getriebewellen (19, 22) gemessen werden.

30 9. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch ~~gekennzeichnet~~, dass das Zug- oder das Schubmoment im Getriebe ermittelt wird.

10. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieses zur Drehmomentbestimmung an automatischen oder automatisierten Schaltgetrieben mit oder ohne Vorschaltgruppen verwendet wird.

11. Vorrichtung zur Bestimmung des Drehmoments an Getriebewellen, mit einem Auswerte- und Steuerungsgerät (14), welches über Sensorleitungen (15, 16) drehmomentrelevante Messsignale von Sensoren am Getriebe erfasst und auswerten kann, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) mit zwei Drehzahlsensoren (12, 13; 25, 29) verbunden ist, die an zwei Getriebewellen (2, 3; 19, 22) angeordnet sind, wobei an der ersten Getriebewelle (2; 19) ein erstes Drehmoment und an der zweiten Getriebewelle (3; 23) ein zweites Drehmoment anliegt,  
15 dass das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) einen Berechnungsbereich aufweist, in dem aus den erfassten Drehzahlmesswerten eines Messzyklus ein Drehzahlquotient ermittelt wird,  
20 dass das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) über einen Datenspeicher zur Abspeicherung der Drehzahlmesswerte und/oder der Drehzahlquotienten verfügt,  
25 dass das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) einen Vergleichsbereich aufweist, in dem der Quotient des letzten Messzyklus mit dem Quotienten des vorletzten Messzyklus verglichen werden kann,  
30 dass das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) über einen Entscheidungsbereich verfügt, in dem auf der Grundlage des Quotientenvergleichs das Vorliegen einer Drehmomentänderung festgestellt werden kann und

das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) unter Nutzung dieser Information Steuerungsbefehle zur Durchführung von Übersetzungsänderungsvorgängen im Getriebe auslösen kann.

- 5           12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Auswerte- und Steuerungsgerät (14) einen Bestimmungsbereich aufweist, in dem aus der ermittelten Drehmomentänderung das an der ersten  
10          Getriebewelle (2; 19) anliegende erste Drehmoment feststellbar ist.

Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung  
des Drehmoments an Getriebewellen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Drehmoments an Getriebewellen.

5 Mit Hilfe des Verfahrens und der Vorrichtung wird bei einem konstanten Übersetzungsverhältnis die Drehzahl einer ersten Getriebewelle (2, 19) und die Drehzahl einer zweiten Getriebewelle (3, 22) zyklisch gemessen, wobei an der ersten Getriebewelle (2, 19) ein erstes Drehmoment und an der zweiten Getriebewelle (3, 22) ein zweites Drehmoment anliegt sowie die zweite Getriebewelle (3, 22) von der ersten Getriebewelle (2, 19) direkt oder indirekt über Zahnräder (5, 6, 7, 8; 20, 21) angetrieben wird. Zudem wird aus diesen beiden Drehzahlen ein Quotient errechnet

10 und anschließend abgespeichert, sodann der aktuelle Quotient mit dem Quotienten einer vorherigen Messung verglichen und bei einer Differenz zwischen dem Quotienten der aktuellen Messung und dem der vorherigen Messung auf eine Änderung des Drehmoments der ersten Getriebewelle (2, 19)

15 geschlossen.

20

25

Fig. 1

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*